

DOI: <https://doi.org/10.26593/jrsi.v8i1.3217.19-26>

Paper ini telah direview dan dipublikasikan di Jurnal Rekayasa Sistem Industri
 Volume 8 No 1 - April 2019
<http://journal.unpar.ac.id/index.php/jrsi/index>
 ISSN 2339-1499 (online)

Perancangan Perbaikan Pelayanan Bongkar Muat Dermaga X Dengan Menggunakan Extend Simulasi

Misra Hartati¹, Ahmad Kurniawan², Melfa Yola³, Merry Siska⁴

^{1,2,3,4} Fakultas Sains dan Teknologi, Jurusan Teknik Industri, UIN Suska Riau
 Jl. HR. Soebrantas No. 155, Pekanbaru 28293

Email: misrahartati@gmail.com, ahmadkurniawan765@gmail.com

Abstract

Large-scale logistics companies deliver products using sea transportation effectively. Company X as one of the pioneer port containers service still has limitations both from minimal stacking capacity and limited equipment, 1 HMC unit and 1 unit reach adapter. The number of containers increases from 2014-2017, but the availability of tools and facilities that needed continue to cause overcapacity problem. This paper aims to determine the yard occupancy ratio (YOR), berth occupancy ratio (BOR) and utility equipment that are in accordance with the standards to prevent overcapacity at port X until 2020. This study uses extend simulation method to make improvements and analysis of conditions that running, the results of the study are recommendations for the addition of 2 units of transport and the addition of reach units of 2 units. For the YOR value, additional capacity from 2,046 TEUs was made to 3,800 TEUs so that the initial maximum YOR was 139.8% to 75.3%, while BOR still in maximum BOR capacity which is 24.0%.

Keywords: Container, Descrete Event Simulation, ExtendSim, Port

Abstrak

Perusahaan pengiriman logistik skala besar menggunakan transportasi laut secara efektif. Pelabuhan X sebagai pelabuhan perintis peti kemas masih memiliki keterbatasan baik dari kapasitas lapangan penumpukan yang minim dan keterbatasan alat, 1 unit HMC dan 1 unit reachsteker. Jumlah peti kemas yang terus meningkat dari tahun 2014-2017 namun ketersediaan alat dan sarana yang tetap menimbulkan kekhawatiran overcapacity. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menetapkan nilai yard occupancy ratio (YOR), berth occupancy ratio (BOR) dan utilitas peralatan yang sesuai standar untuk mencegah overcapacity di pelabuhan X hingga tahun 2020. Penelitian ini menggunakan simulasi extend untuk dilakukan perbaikan dan analisa terhadap kondisi yang berjalan, hasil dari penelitian adalah rekomendasi penambahan transport sebanyak 2 unit dan penambahan reachsteker sebanyak 2 unit. Untuk nilai YOR dilakukan penambahan kapasitas dari 2.046 TEU menjadi 3.800 TEU sehingga YOR maksimal awal 139,8% menjadi 75,3%, untuk nilai BOR tetap dikapasitas BOR maksimal 24,0%.

Kata Kunci: Peti Kemas, Simulasi Diskrit, ExtendSim, Pelabuhan

Pendahuluan

Pengiriman logistik dengan skala besar lebih efektif menggunakan transportasi laut. Transportasi laut sebagai tulang punggung perdagangan dunia memerlukan fasilitas untuk bongkar-muat barang yang disebut pelabuhan. Pelabuhan X sendiri merupakan salah satu pelabuhan dalam pelayanan CPO terbesar di Asia Tenggara namun selain itu juga merupakan pelabuhan perintis peti kemas mulai tahun 2014.

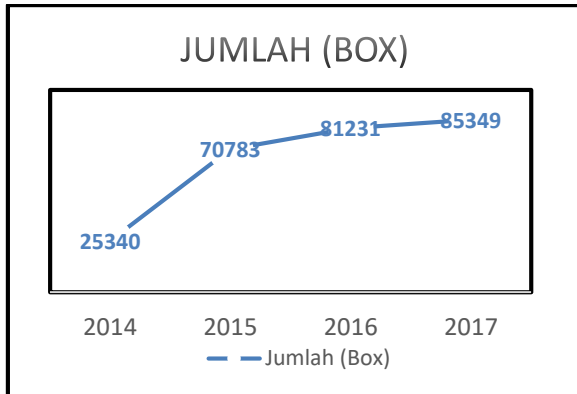
Berdasarkan data pelayanan peti kemas di dermaga C Pelabuhan X (Gambar 1)

terlihat terjadi peningkatan dari pertama kali beroperasi tahun 2014 sebesar 25.340 *box*, dan pada tahun 2017 jumlah peti kemas yang dilayani menjadi 85.349 *box*.



Gambar 1 Kondisi lapangan penumpukan

Terjadi peningkatan yang sangat signifikan dari pertama kali beroperasi sampai pada tahun 2017 sedangkan kapasitas alat-alat yang digunakan untuk bongkar muat tetap sehingga terjadi *waiting time* untuk pelayanan peti kemas (Gambar 2).



Gambar 2 Jumlah pelayanan peti kemas

Selain itu masalah yang dikhawatirkan akan terjadi pada dermaga C Pelabuhan X adalah *overcapacity* hal ini dapat terjadi apabila pelayanan di dermaga tetap namun jumlah peti kemas yang dilayani terus meningkat dari tahun ketahun sesuai data yang terlihat, *overcapacity* tersebut memberikan ancaman terjadinya kongesti dan stagnasi (Danu dan Tirto, 2017). Kongesti adalah kemacetan yang disebabkan oleh banyaknya peti kemas yang melebihi kapasitas, sedangkan stagnasi adalah keadaan terhenti yang menyebabkan kedatangan kapal terhambat (Fadillah, 2018).

Berdasarkan kondisi yang terdapat di dermaga C Pelabuhan X yang selalu mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, kedatangan kapal yang bersifat dinamis dan tidak dapat diprediksi, maka tidak dapat dilakukan perhitungan perencanaan dermaga secara manual. Karena hasil yang didapat tidak akan akurat, sehingga diperlukan pendekatan simulasi (Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B. L. dan Nicol, D. M., 2005) untuk menyelesaikan masalah antrian pada dermaga C Pelabuhan X (Siswadi dan Mujiarto, 2013). Simulasi sistem dilakukan dengan menggunakan *software Extendsim* (ExtendSim, 2017) dengan meramalkan dan memberikan skenario untuk beberapa tahun kedepan agar pelayanan peti kemas tidak terjadi masalah waktu tunggu pelayanan (Triatmodjo, 2010), (Sutini, 2017). Penelitian ini bertujuan untuk:

- Memodelkan sistem nyata dan mensimulasikan (Rohmandani, 2009) sistem bongkar-muat di Pelabuhan X.
- Mengetahui dan menetapkan skenario nilai *Yard Occupancy Ratio* (YOR), *Berth Occupancy Ratio* (BOR) dan Utilitas Peralatan yang sesuai standar untuk

mencegah *overcapacity* di Pelabuhan X hingga tahun 2020.

Metode Penelitian

Langkah-langkah penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Membuat model konseptual dengan menggunakan ACD

Untuk bisa menggambarkan bagaimana kondisi dilokasi penelitian kedalam program komputer maka diperlukan pembuatan model terlebih dahulu, model yang dihasilkan akan menggambarkan bagaimana kondisi bongkar muat dilokasi dengan sebenarnya. Merancang model dilakukan menggunakan ACD (*Activity Cycle Diagram*), pengolahan data ACD adalah untuk melihat berapa banyak *entity* dalam sistem (Kang dan Choi, 2010).

b. Menentukan distribusi data

Data digunakan sebagai dasar pembuatan model. pengolahan data pada simulasi menggunakan distribusi data tersebut.

c. Perancangan model extendsim

Setelah dilakukan perancangan model konseptual dengan menggunakan ACD selanjutnya dilakukan perancangan model *Extendsim* dilakukan untuk memindahkan model yang telah dirancang sebelumnya kedalam program *Extendsim*.

d. Penentuan jumlah replikasi

Menentukan jumlah replikasi dilakukan untuk menentukan berapa banyak replikasi optimal yang dibutuhkan dalam menjalankan simulasi.

e. Verifikasi dan validasi

Verifikasi model dilakukan untuk menentukan apakah model yang telah dibuat sudah menggambarkan kondisi nyata tatau belum, verifikasi digunakan untuk memastikan model sudah tepat dan dapat dinyatakan sesuai dengan sistem nyata. Validasi digunakan untuk memvalidkan data yang telah dikumpulkan sebelumnya, apabila data valid maka simulasi dapat dilanjutkan, namun apabila data tidak valid maka harus dilakukan pengambilan data ulang. Uji Validitas dilakukan dengan Uji Independensi.

f. Menyusun skenario

Setelah dilakukan validasi maka langkah selanjutnya adalah melakukan penyusunan skenario perbaikan yang akan dilakukan untuk meningkatkan pelayanan dermaga.

g. Menjalankan simulasi

Simulasi dijalankan dan akan dilihat jumlah peti kemas yang dilayani dan utilitasnya. Simulasi perbaikan dijalankan sebanyak jumlah skenario perbaikan yang dirancang sebelumnya.

h. Compare dan Pemilihan Skenario

Setelah hasilnya didapat maka langkah selanjutnya adalah melakukan perbandingan hasil yaitu dengan melihat *output* dari peti kemas dan juga utilitas peralatan tertinggi.

i. Peramalan Peti kemas dan Kapal

Peramalan arus peti kemas dilakukan untuk mengetahui jumlah peti kemas dan kapal yang dilayani hingga tahun 2020, peramalan dilakukan sebagai landasan perhitungan nilai YOR dan BOR.

j. Perhitungan Nilai YOR dan BOR

Perhitungan nilai YOR dan BOR dilakukan berdasarkan hasil peramalan, apabila melebihi standar yang telah ditetapkan maka akan dilakukan

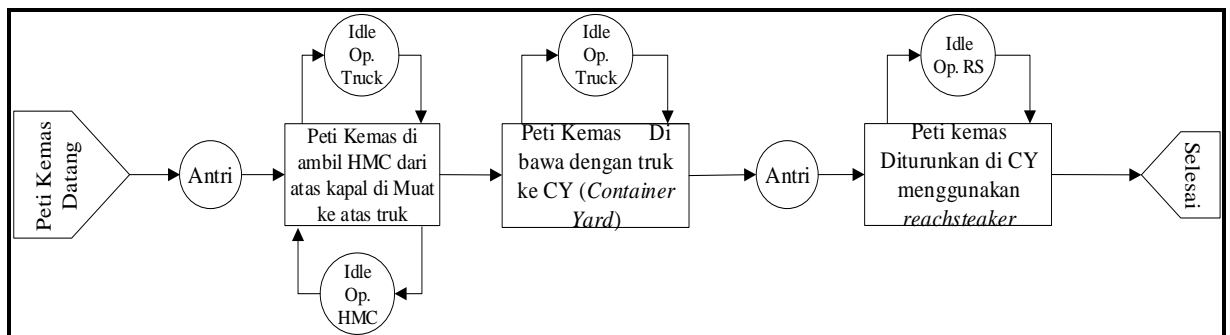
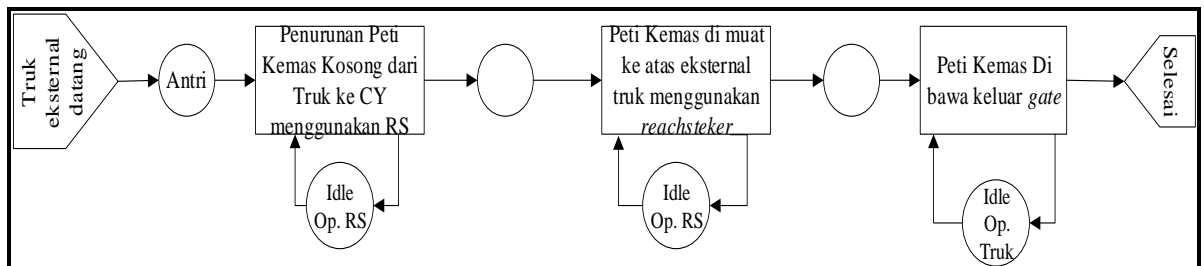
rekomendasi penambahan kapasitas agar tetap menampung peti kemas hingga Desember 2020.

k. Analisa Perbaikan Prosedur

Analisa perbaikan prosedur dilakukan sebagai langkah tambahan dari simulasi, perbaikan prosedur dilakukan berdasarkan hasil simulasi maupun hasil pengamatan kondisi lapangan.

Hasil dan Pembahasan**a. Perancangan Model ACD**

Tahap ini adalah tahap pertama yaitu memodelkan sistem bongkar muat peti kemas dengan model konseptual dengan menggunakan *activity cycle diagram* (ACD).

**Gambar 3 ACD model 1****Gambar 4 ACD model 2****b. Uji Keseragaman dan Kecukupan Data**

Pengujian dilakukan terhadap 30 aktifitas yang terjadi pada 7 proses (satuan yang digunakan adalah detik):

Uji Keseragaman data dengan tingkat kepercayaan 95%:

$$\bar{t} = \frac{\sum t}{n} = \frac{2308}{30} = 98,33$$

$$\sigma_{\bar{t}} = 6,51$$

$$BKA = \bar{t} + k\sigma_{\bar{t}} = 98,33 + 2(6,51) = 111$$

$$BKB = \bar{t} - k\sigma_{\bar{t}} = 98,33 - 2(6,51) = 85$$

BKA : Batas kontrol atas untuk menentukan batas atas dari data yang digunakan dalam uji keseragaman

BKB : Batas kontrol bawah untuk menentukan nilai terendah dari data yang digunakan dalam uji keseragaman.

Uji kecukupan data (N=30):

$$N^1 = \left(\frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{30 \times (291.312) - (8.702.500)}}{2950} \right)^2$$

$$N^1 = 6,77 \approx 7$$

$N > N^1$ (Data cukup)

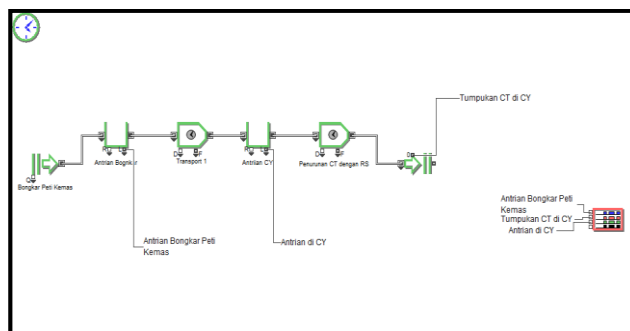
Tabel 1. Hasil rekapitulasi keseragaman dan kecukupan data

No.	Proses	Uji Keseragaman Data				Uji Kecukupan Data		
		Min	BKB	Max	BKA	N	N ¹	Hasil
1	Bongkar CT dari kapal ke dermaga	88	85	110	111	30	7	Seragam dan cukup
2	<i>Transport</i> dari dermaga ke CY	260	253	347	358	30	1	Seragam dan cukup
3	Penurunan <i>container</i>	62	59	80	81	30	1	Seragam dan cukup
4	<i>Gate In</i> Truk Eksternal	66	58	96	96	30	24	Seragam dan cukup
5	Penurunan CT Kosong	90	90	110	114	30	6	Seragam dan cukup
6	Pemuatan CT ke Truk	95	95	104	107	30	2	Seragam dan cukup
7	<i>Gate Out</i> Truk Eksternal	25	24	35	36	30	15	Seragam dan cukup

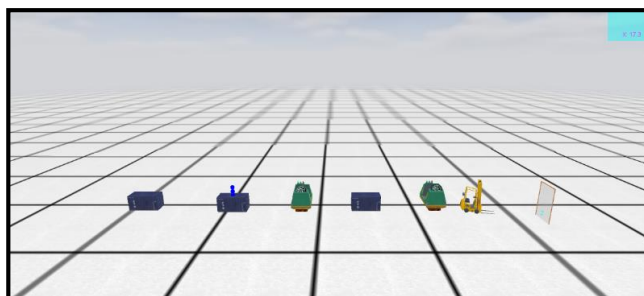
Dari Tabel 1 hasil ujian keseragaman dan kecukupan data menunjukkan bahwa data yang diambil telah seragam dan cukup, hal ini ditunjukkan Uji keseragaman data dengan $\min \geq \text{BKB}$ dan $\max \leq \text{BKA}$ sedangkan untuk

kecukupan data $N > N^1$. Karena data waktu telah seragam dan cukup untuk dijadikan input simulasi.

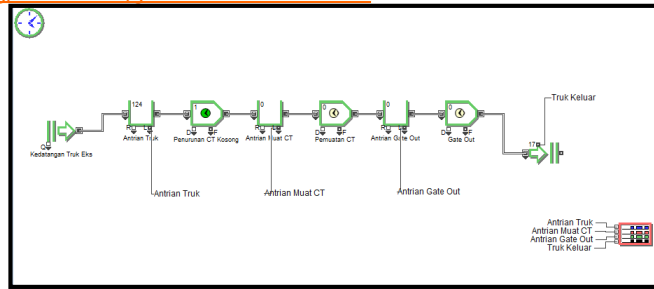
c. Perancangan Model ExtendSim



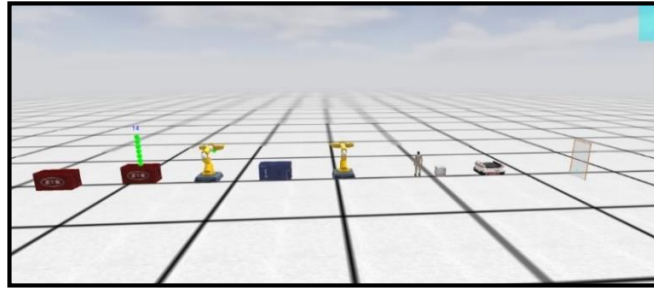
Gambar 5 Model extendSim model 1



Gambar 6 Model 3D model 1



Gambar 7 Model extendSim model 1



Gambar 8 Model 3D model 2

d. Penentuan Jumlah Replikasi

Penentuan jumlah replikasi perlu dilakukan untuk menentukan berapa kali pengulangan simulasi yang perlu dilakukan untuk mendapatkan hasil yang valid. Untuk menentukan berapa jumlah replikasi yang dibutuhkan maka berdasarkan Law & Kelton (1991) dilakukan *running* model awal sebanyak 10 kali replikasi, lalu dilakukan perhitungan penentuan jumlah replikasi dengan menggunakan metode *absolute error*.

Dengan *interval* kepercayaan sebesar 95% maka perhitungannya adalah:

$$n = 10$$

$$n-1 = 9$$

$$\alpha = 0.05$$

$$hw = \frac{(t_n - 1.96 \cdot \frac{\alpha}{2}) \times S}{\sqrt{n}}$$

$$\begin{aligned} n' &= \frac{2.262 \times 0.567}{\sqrt{10}} \\ &= \frac{1.28}{3.16} = 0.406 \\ &= \left[\frac{(z_{\frac{\alpha}{2}})S}{hw} \right]^2 \\ &= \left[\frac{1.96 \times 0.567}{0.406} \right]^2 \\ &= 7.508 \approx 8 \end{aligned}$$

Dari perhitungan yang telah dilakukan diperoleh jumlah replikasi yang dibutuhkan sebanyak 8 kali.

e. Simulasi Kondisi Awal

Hasil simulasi kondisi awal, simulasi dilakukan sebanyak 8 kali replikasi, berdasarkan perhitungan kebutuhan replikasi optimal:

Tabel 2. Hasil simulasi kondisi awal

Replikasi Ke-	Model 1		Model 2	
	Antrian	Jumlah Output	Antrian	Jumlah Output
1	130	47	126	17
2	130	46	125	17
3	129	48	125	18
4	132	47	125	17
5	130	47	124	17
6	131	47	126	18
7	128	48	124	17
8	128	47	125	17
Total	1038	377	1000	138
Rata-rata	129.75	47.125	125	17.25

Dari tabel hasil simulasi yang dilakukan selama 2 jam terlihat bahwa jumlah antrian yang terdapat baik di model 1 maupun model 2 sangat tinggi, tidak seimbang dengan jumlah *output* yang ada. Hal ini menandakan perlunya perbaikan (skenario perbaikan) untuk meningkatkan pelayanan yang ada di dermaga peti kemas PT. X.

f. Skenario Perbaikan

Perancangan skenario perbaikan dilakukan untuk mendapatkan hasil simulasi yang lebih baik dari simulasi kondisi aktual, artinya akan ada penambahan penambahan-alat sebagai skenario perbaikan pada dermaga peti kemas PT. X.

Tabel 3. Pemilihan skenario

No	Nama Skenario	Model 1		Model 2	
		Output	Utilitas (%)	Output	Utilitas(%)
1	Model Awal	47	1	17	1
2	Alternatif 1	99	0,997	34	0,996
3	Alternatif 2	140	0,994	56	0,992

Dari tabel 3 diatas terlihat bahwa penambahan truk *transport* pada model 1 sebanyak 2 buah untuk alternatif ke 2 memiliki *output* yang sangat jauh dibandingkan dengan kondisi eksisting. Pada model 2 penambahan *reachsteker* mempengaruhi jumlah peti kemas yang dapat diselesaikan terutama pada alternatif ke dua.

g. Perhitungan YOR dan BOR

Perhitungan nilai YOR dan BOR digunakan untuk mengetahui apakah nilai YOR dan BOR di dermaga peti kemas pelabuhan X sudah sesuai standar apa belum dan sebagai acuan dalam perbaikan prosedur yang akan dilakukan.

Perhitungan Nilai YOR (*Yard Occupancy Ratio*)

Perhitungan nilai YOR dilakukan untuk mengetahui apakah kapasitas lapangan penumpukan (CY) masih dapat memenuhi jumlah peti kemas sesuai hasil peramalan (Supriyono, 2013), kondisi awal sendiri kapasitas CY adalah 2.046 TEU dengan 5 blok, dan pada rekomendasi perbaikan akan ditambahkan menjadi 3.800 TEU untuk memenuhi penambahan kapasitas peti kemas berdasarkan hasil peramalan.

Perhitungan YOR dengan Kapasitas Awal (2046 TEU)

$$\begin{aligned}
 YOR &= \frac{Capacity\ Used}{Capacity\ Available} \times 100\% \\
 &\rightarrow \frac{(1.400)}{(2.046)} \times 100\% \\
 &= 68,41\%
 \end{aligned}$$

Perhitungan BOR dengan Kapasitas Tambahan (3800 TEU)

$$\begin{aligned}
 YOR &= \frac{Capacity\ Used}{Capacity\ Available} \times 100\% \\
 &\rightarrow \frac{(1.400)}{(3.800)} \times 100\% \\
 &= 36,83\%
 \end{aligned}$$

Perhitungan Nilai BOR (*Berth Occupancy Ratio*)

BOR

$$\begin{aligned}
 &= \frac{Vs \times St \times (Panjang\ Kapal + 5)}{WE \times Panjang\ Dermaga} \times 100\% \\
 &\rightarrow \frac{13 \times 21 \times (120 + 5)}{(24 \times 30) \times 400} \times 100\% = 11,57\%
 \end{aligned}$$

Tabel 4. Rekapitulasi hasil perhitungan YOR dan BOR

Bulan	Arus Peti Kemas (TEU)	Kedatangan Kapal	YOR Awal	YOR Perbaikan	BOR
Jan 2019	1399,7	12,7	68,4	36,8	11,6
Feb 2019	1463,2	13,3	71,5	38,5	12,1
Mar 2019	1526,7	13,9	74,6	40,2	12,7
Apr 2019	1590,2	14,5	77,7	41,8	13,2
Mei 2019	1653,7	15,1	80,8	43,5	13,7
Jun 2019	1717,2	15,7	83,9	45,2	14,3
Jul 2019	1780,7	16,3	87,0	46,9	14,8
Agust 2019	1844,2	16,9	90,1	48,5	15,4
Sept 2019	1907,7	17,5	93,2	50,2	15,9
Okt 2019	1971,2	18,0	96,3	51,9	16,4
Nov 2019	2034,7	18,6	99,4	53,5	17,0
Des 2019	2098,2	19,2	102,5	55,2	17,5
Jan 2020	2161,7	19,8	105,7	56,9	18,1
Feb 2020	2225,2	20,4	108,8	58,6	18,6
Mar 2020	2288,7	21,0	111,9	60,2	19,2
Apr 2020	2352,2	21,6	115,0	61,9	19,7
Mei 2020	2415,7	22,2	118,1	63,6	20,2
Jun 2020	2479,2	22,8	121,2	65,2	20,8
Jul 2020	2542,7	23,4	124,3	66,9	21,3
Agust 2020	2606,2	24,0	127,4	68,6	21,9
Sept 2020	2669,7	24,6	130,5	70,3	22,4
Okt 2020	2733,2	25,2	133,6	71,9	22,9
Nov 2020	2796,7	25,8	136,7	73,6	23,5
Des 2020	2860,2	26,4	139,8	75,3	24,0

Kesimpulan

- Hasil simulasi untuk sistem bongkar muat peti kemas Dermaga X menunjukkan jumlah *output* sebanyak 47 ada model 1 dan 17 pada model 2, maka dilakukan 4 rancangan skenario perbaikan 2 untuk model 1 dan 2 untuk model 2. Skenario terpilih adalah skenario 2 untuk model 1 dan 2 dengan *output* secara berurutan adalah 140 dan 56.
- Perhitungan nilai YOR yaitu sebesar 68,4 % , nilai BOR sebesar 11,6 % dan utilitas tertinggi mencapai 100% untuk *transport* dan *reachsteker*. Perbaikan kapasitas perlu dilakukan pada bulan November 2019 karena sudah memenuhi angka 100%, maka dilakukan perbaikan berupa penambahan kapasitas *container yard* dari 2.046 TEU menjadi 3.800 TEU, hingga bulan Desember 2020 kapasitas CY masih tetap optimal yaitu sebesar 75,3 %. Sedangkan

untuk nilai BOR masih tetap optimal hingga tahun 2020 dengan kapasitas tertinggi sebesar 24,0 % sehingga tidak diperlukan penambahan Panjang dermaga.

Daftar Pustaka

- Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B. L. dan Nicol, D. M. *Discrete-Event System Simulation Fourth Edition*. New Jersey: Pearson, 2005.
- Danu, F., dan Tirta. "Optimasi Kapasitas Dermaga Internasional Dengan Simulasi Pada PT Terminal Teluk Lamong." *Tesis*. 2017.
- ExtendSim. *ExtendSim Users Guide*. San Jose, USA. Imagine That Inc. 2017.
- Fadillah, R.A., "Pengaturan Dwelling Time PT. Pelindo II di Pelabuhan Panjang." *Skripsi*. Fakultas Hukum Universitas Lampung Bandar Lampung. 2018.
- Kang, D., dan Choi, B.K., "Visual Modeling And Simulation Toolkit For Activity Cycle Diagram", *Proceedings 24th European Conference on Modelling and Simulation*

- ECMS. ISBN: 978-0-9564944-0-5 / ISBN: 978-0-9564944. 2010.
- Law, A.M. dan Kelton, W.D., *Simulation Modelling and Analysis*. McGraw-Hill: Singapore. 2000.
- Rohmandani, R. "Perancangan Model Simulasi Untuk Mengoptimalkan Waktu Pelayanan Pada Pelabuhan Merak. Teknik Industri." Fakultas Teknik. Universitas Indonesia. 2009.
- Siswadi, dan Mujiarto, I.. "Optimasi Sistem Pelayanan Bongkar Muat Peti Kemas di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang Dengan Model Simulasi Antrian." *Prosiding SNST Ke-4*. 2013. ISBN: 978-602-99334-2-0
- Supriyono. "Analisis Kinerja Terminal Petikemas di Tanjung Perak Surabaya: (Study Kasus: PT. Terminal Petikemas Surabaya)." *Jurnal MKTS*, 2013.
- Sutini. "Analisis Biaya Bongkar Muat Saat Kapal Memasuki Alur Masuk Pelabuhan Tanjung Emas Semarang". *Jurnal Saintek Maritim* 17, No. 1. 2017.
- Triatmodjo, B. *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta. 2010.